

## Beschreibung

Einspritzanlage und Einspritzverfahren für eine Brennkraftmaschine

5

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Einspritzanlage sowie ein Verfahren zum Betreiben einer Einspritzanlage für eine Brennkraftmaschine nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 bzw. des Anspruchs 7.

10

Eine derartige Einspritzanlage sowie ein derartiges Einspritzverfahren sind beispielsweise aus der DE 100 15 740 A1 bekannt. Bei dieser bekannten Technik umfasst eine Injektoranordnung wenigstens ein Servoeinspritzventil, welches mittels 15 eines piezoelektrischen Aktors betätigbar ist, um zur Initiierung eines Einspritzvorganges durch Druckverringerung in einem Steuerraum eine Bewegung eines Servoventil-Düsenkörpers (Düsennadel) in Richtung einer Öffnung einer Einspritzpassage hervorzurufen, die zwischen einem Düsenraum des Servoeinspritzventils und einer Brennkammer der betreffenden 20 Brennkraftmaschine vorgesehen ist.

Ein wesentlicher Vorteil der Verwendung eines mittels eines piezoelektrischen Aktors betätigten Servoeinspritzventils ist 25 es, dass mit einem vergleichsweise kleinen Hub des piezoelektrischen Aktors ein davon unabhängiger, in der Regel um ein Vielfaches größerer Hub des Düsenkörpers erzielt werden kann (Hubübersetzung). Zudem ergibt sich hierbei der Vorteil, dass die Bewegung des Düsenkörpers zum Öffnen und Schließen 30 der Einspritzpassage durch den Druck des Kraftstoffs getrieben wird, der zu Zwecken der Einspritzung in die Brennkammer ohnehin unter vergleichsweise großem Druck stehend im Bereich des Einspritzventils bereitsteht. Für die Ansteuerung des

Einspritzventils genügt daher ein piezoelektrischer Aktor mit vergleichsweise geringem Hub und vergleichsweise geringer Aktorkraft.

5 Ein piezoelektrischer Aktor weist in der Regel einen Stapel aufeinander liegender Piezoelemente auf, der beim Anlegen einer elektrischen Spannung rasch seine Länge um ein unter anderem von der Spannung abhängiges Ausmaß verändert. Hierfür geeignete piezoelektrische Keramiken sind in großer Vielfalt  
10 bekannt, beispielsweise als Bleizirkonat-Titanat-Keramiken, und sind vor allem wegen ihrer großen Änderungsgeschwindigkeit und ihrer hohen Piezokräfte für den Einsatz bei Einspritzventilen interessant.

15 Da jedoch die Länge des piezoelektrischen Aktors nicht ausschließlich von der angelegten Spannung abhängt, sondern beispielsweise auch fertigungstechnischen Toleranzen sowie einer Abhängigkeit von der Temperatur des Aktors unterliegt, wird bei der Konstruktion eines von einem piezoelektrischen Aktor  
20 betätigten Servoeinspritzventils ein mehr oder weniger großer Spalt im Wirkungsweg vom Aktor zu einem Steuerventilkörper vorgesehen, der als Toleranzbereich für unerwünschte Abweichungen und/oder Änderungen der Aktorlänge dient.

25 Dieser so genannte Toleranzspalt im piezobetätigten Einspritzventil sollte einerseits möglichst klein bemessen sein, um den nutzbaren Hub des Aktors zu maximieren, und andererseits möglichst groß bemessen sein, um in möglichst allen Betriebszuständen zu vermeiden, dass eine durch den Betrieb  
30 hervorgerufene Änderung der Länge des piezoelektrischen Aktors den Toleranzspalt überschreitet und so, ohne dass der Aktor angesteuert wird, bereits das Steuerventil betätigt. In letzterer Hinsicht besonders bedeutend ist beispielsweise ei-

ne thermisch getriebene Ausdehnung der piezoelektrischen Keramik bei erhöhter Aktortemperatur, wie sie insbesondere im Betrieb der Brennkraftmaschine unter Umständen auftreten kann. Dementsprechend kann der Toleranzspalt in der Praxis 5 schwerlich "optimal" bemessen werden.

Wenn der Toleranzspalt auf Grund einer Temperaturerhöhung des Aktors überschritten werden kann und somit der vom Druckspeicher über eine Druckleitung zum Steuerraum geführte Kraftstoff 10 über das Steuerventil weiter in die praktisch drucklose (verglichen mit dem Kraftstoffsystemdruck im Druckspeicher) Leckageleitung freigesetzt werden kann, so ergibt sich noch eine weitere Problematik. Wenn nämlich die Brennkraftmaschine 15 in "heißem Zustand" gestartet werden soll, z. B. nach einem vorangegangenen längeren Betrieb mit nachfolgendem Abstellen der Brennkraftmaschine, so kann auf Grund der Freisetzung von Kraftstoff aus dem Steuerraum in die Leckageleitung der Druckaufbau im Druckspeicher erheblich erschwert oder verzögert werden. Der Aufbau eines gewissen Mindestsystemdrucks, 20 der typischerweise einige 100 bar beträgt, ist jedoch notwendig, um überhaupt eine Einspritzung vom Düsenraum in die Brennkammer zu realisieren.

Aus der DE 199 05 340 C2 ist ein Verfahren und eine Anordnung 25 zur Voreinstellung und dynamischen Nachführung piezoelektrischer Aktoren bekannt, bei welchen zu diesem Zweck dem Piezoelement eine Gleichspannung zugeführt wird, die gegebenenfalls einer gepulsten Ansteuerspannung überlagert wird. Dieser Gleichspannungsanteil bestimmt dann eine neue Ruhelage des 30 Aktors und kann somit zur Einstellung des Leerhubs und zur Nachführung des Leerhubs im Betrieb genutzt werden.

Aus der DE 37 42 241 A1 ist ein Piezosteuerventil bekannt, welches aus einem in einem Gehäuse angeordneten Piezostellglied und einem Ventil besteht. Durch ein hydraulisches Spielausgleichselement innerhalb des Steuerventils werden 5 mögliche Längenänderungen des Bezugssystems automatisch ausgeglichen, so dass bei gleichem Arbeitshub des Piezostellgliedes auch stets ein gleicher Hub am Ventil gewährleistet ist. Nachteilig ist bei diesen beiden Ansätzen zur Lösung der eingangs erläuterten Problematik der damit verbundene Aufwand 10 im Bereich der elektronischen Einrichtungen zur Ansteuerung der Injektoranordnung bzw. im Bereich der Injektoranordnung selbst.

Dementsprechend ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Einspritzanlage sowie ein Einspritzverfahren für 15 eine Brennkraftmaschine anzugeben, bei welchen die für den Betrieb der Einspritzanlage bzw. der Brennkraftmaschine abträchtlichen Auswirkungen einer den Toleranzspalt im Ser-  
voeinspritzventil überschreitenden Längenänderung des piezo-  
20 elektrischen Aktors vermindert oder beseitigt werden können.

Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Einspritzanlage nach Anspruch 1 bzw. ein Verfahren zum Betreiben einer Einspritzanlage nach Anspruch 7. Die abhängigen Ansprüche betreffen vor- 25 teilhafte Weiterbildungen der Erfindung.

Für die Erfindung wesentlich ist, dass bei der Einspritzanlage die Leckageleitung mit einem steuerbaren Ventil versehen ist, welches in einem angesteuerten Zustand den Kraftstoff- 30 fluss in der Leckageleitung hemmt bzw. dass bei dem Einspritzverfahren eine wahlweise Hemmung des Kraftstoffflusses in der Leckageleitung vorgesehen wird. Bei einem Überschreiten des Toleranzspalts durch eine von der eigentlichen Piezo-

ansteuerung unabhängige Längenänderung des Aktors, im Folgenden auch kurz als "Aktorüberstand" bezeichnet, können durch die Kraftstoffflusshemmung die negativen Auswirkungen dieser Situation in relativ einfacher Weise gemildert oder sogar beseitigt werden. Wenn ein Aktorüberstand vorliegt und der Kraftstofffluss in der Leckageleitung gehemmt wird, so führt dies zu einem Druckanstieg in der Leckageleitung zwischen dem Ort der Hemmung und dem Leckageausgang des Servoeinspritzventils. Damit lässt sich einerseits vermeiden, dass durch den Aktorüberstand der Düsenkörper sich ungewollt (ohne aktive Ansteuerung des Aktuators) in Richtung einer Öffnung der Einspritzpassage verlagert, was insbesondere im Betrieb der Brennkraftmaschine von Bedeutung ist. Andererseits kann damit das auf Grund des verzögerten Systemdruckaufbaus vorliegende Problem des Heißstarts der Brennkraftmaschine (bei temperaturbedingtem Aktorüberstand) beseitigt werden, da die Druckerhöhung in der Leckageleitung den Druckaufbau im Druckspeicher erheblich beschleunigt.

Ein weiterer Vorteil der erfindungsgemäßen Lösung ist es, dass diese auch im Rahmen einer Nachrüstung einfach realisiert werden kann, da hierfür im Wesentlichen lediglich eine Modifikation der Leckageleitungsanordnung, z. B. durch Einbau eines weiteren, steuerbaren Ventils, sowie eine vergleichsweise einfache Modifikation oder Ergänzung der Motorsteuer-elektronik erforderlich ist, bei welcher in der Praxis oftmals ohnehin vorhandene Sensorikeinrichtungen zur Erfassung von Betriebszuständen der Brennkraftmaschine und/oder der Einspritzanlage vorteilhaft mitgenutzt werden können.

Vorteilhaft kann mit der Erfindung eine stetige Fahrbereitschaft eines mittels einer Brennkraftmaschine betriebenen Fahrzeugs auch bei möglicherweise auftretendem Aktorüberstand

6

in Einspritzventilen sichergestellt werden, wobei diese hydraulische Lösung nicht nur in der Startphase der Brennkraftmaschine sondern auch während des Betriebs eingesetzt werden kann, um etwa eine betriebsbedingte Längenänderung des Aktors 5 "abzufangen".

Selbstverständlich können die erfindungsgemäßen Maßnahmen mit den bislang bereits realisierten Maßnahmen kombiniert eingesetzt werden, wie z. B. mit der oben erwähnten aktiven elektro-10 rischen Einstellung oder Nachführung des Aktor-Leerhubs ("active piezo contraction") oder einem Abkühlen der Brennkraftmaschine.

In einer Ausführungsform ist vorgesehen, dass die Injektoranordnung eine Mehrzahl von Servoeinspritzventilen umfasst, welche über die Druckleitungsanordnung mit dem für diese Mehrzahl von Servoeinspritzventilen gemeinsam genutzten Druckspeicher verbunden sind. Derartige Einspritzanlagen an sich sind als so genannte Speichereinspritzsysteme bekannt, 20 bei denen in der Regel mit sehr hohen Einspritzdrücken (z. B. im Bereich einiger 100 bar bis etwa 1.600 bar) gearbeitet wird. Solche Systeme sind als Common-Rail-Systeme (für Dieselmotoren) und HPDI-Einspritzsysteme (für Ottomotoren) bekannt.

25

Wenn die Injektoranordnung eine Mehrzahl von Servoeinspritzventilen umfasst, wie dies zumeist der Fall sein wird, so könnte jede der Mehrzahl von Leckageleitungen mit einem eigenen steuerbaren Ventil zur Kraftstoffflusshemmung versehen 30 werden. Da eine Kraftstoffflusshemmung in der Leckageleitung jedoch den ordnungsgemäßen Betrieb eines daran angeschlossenen Servoeinspritzventils, bei welchem kein Aktorüberstand vorliegt, in der Praxis kaum beeinträchtigt, lässt sich eine

Vereinfachung dadurch erreichen, dass die Leckageleitungen dieser Mehrzahl von Servoeinspritzventilen zusammengeführt werden und die Kraftstoffflusshemmung im zusammengeführten Leckageleitungsteil vorgesehen wird, also z. B. das steuerbare 5 Ventil lediglich in diesem zusammengeführten Leckageleitungsteil angeordnet wird.

Eine einfache Betätigung des Steuerventils ergibt sich, wenn der piezoelektrische Aktor über einen Stössel auf einen Ventilkörper des Steuerventils wirkt, wobei der Toleranzspalt 10 zwischen Aktor und Stössel oder zwischen Stössel und Ventilkörper vorgesehen sein kann.

Die Wirkung der Kraftstoffflusshemmung in der Leckageleitung 15 kann besonders groß vorgesehen werden, indem der Kraftstofffluss im angesteuerten Zustand des steuerbaren Ventils blockiert, d. h. vollständig gehemmt wird.

In einer Ausführungsform umfasst die Einspritzanlage ferner 20 eine elektronische Einspritzsteuereinheit zum Betreiben der Injektoranordnung und zum Ansteuern des steuerbaren Ventils. In diesem Fall sind die Funktionen der eigentlichen Einspritzsteuerung sowie der Ansteuerung des steuerbaren Ventils zur Kraftstoffflusshemmung vorteilhaft zusammengefasst. In 25 diesem Fall können insbesondere zur Ansteuerung des steuerbaren Ventils benötigte Betriebsparameter unmittelbar aus der Einspritzsteuerung herangezogen oder abgeleitet werden.

In einer bevorzugten Ausführungsform wird das steuerbare Ventil 30 abhängig von vorbestimmten, insbesondere gemessenen Betriebsparametern der Brennkraftmaschine und/oder der Einspritzanlage angesteuert. Solche Betriebsparameter können insbesondere den Kraftstoffdruck im Druckspeicher, den Kraft-

stoffdruck in der Leckageleitung, die Temperatur in einem Bereich der Brennkraftmaschine oder der Injektoranordnung, die Drehzahl der Brennkraftmaschine sowie deren Last oder deren Ansteuerung ("Gaspedalstellung") etc. umfassen. Besonders 5 vorteilhaft können auch Betriebsparameter herangezogen werden, welche repräsentativ für den Zustand einzelner oder aller piezoelektrischer Aktoren (z. B. für deren Temperatur und/oder Ruhelänge) sind. Letztere Parameter können beispielsweise aus einer elektronischen Einrichtung zur Ansteuerung 10 der Piezoaktoren (Motorsteuergerät) indirekt gewonnen werden, z. B. durch Erfassung der elektrischen Kapazität der Aktoren. Schließlich können geeignete Parameter auch abgeleitet werden aus der oftmals ohnehin (z. B. zur Einspritzmen- 15 genregelung) erfassten Charakteristik der Bewegung des Düsenkörpers in Reaktion auf eine Piezoansteuerung im Betrieb der Einspritzanlage. Zur Erfassung dieser Charakteristik sind bekannte Servoeinspritzventile der hier interessierenden Art oftmals mit einer auf die Stellung des Düsenkörpers empfindlichen 20 Sensorik ausgestattet.

20 In einer bevorzugten Ausführungsform wird eine Mehrzahl von Betriebsparametern, wie etwa die oben erwähnten, in einer elektronischen Auswerteeinrichtung zusammengeführt und werden aus einem vorab gespeichertem Kennfeld Ansteuersignale für 25 das oder die ansteuerbaren Ventile zur Kraftstoffflusshemmung in der Leckageleitung generiert und zur elektronischen Ansteuerung diesen Ventilen zugeführt.

30 In einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass das steuerbare Ventil zur Kraftstoffflusshemmung bei Vorliegen eines bestimmten Betriebsparameterzustands für die Kraftstoffflusshemmung angesteuert wird und nach einer fest vorgegebenen (oder alternativ nach einer von dem zeitlichen Ver-

lauf bestimmter Betriebsparameter abhängigen) Zeitspanne wieder in den Ruhezustand gebracht wird. Dieser Ruhezustand kann dann zwangsweise, z. B. für eine fest vorgegebene weitere Zeitspanne (Totzeit) aufrechterhalten werden. Mit derartigen

5 Maßnahmen lässt sich die Kraftstoffflusshemmung zeitlich betrachtet stark begrenzen, so dass insbesondere ein nachträglich gemäß der Erfindung umgerüstetes System in seiner normalen Funktion nicht nennenswert beeinträchtigt wird.

10 In einer anderen Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Kraftstoffflusshemmung derart ausgelegt ist, dass ein vorgegebener Maximaldruck in der Leckageleitung nicht überschritten werden kann. Dies könnte beispielsweise durch Messung des Leckageleitungsdrucks und einer darauf basierend,

15 den, zwangsweise Abschaltung der Kraftstoffflusshemmung im Falle des Erreichens des Maximaldrucks realisiert werden. Alternativ oder zusätzlich besteht jedoch die einfache Möglichkeit, das betreffende Kraftstoffflusshemmungsmittel (Ventil) mit einer parallel angeordneten Umgehungs- oder "Bypass"-

20 Leitung zu versehen, die beim Erreichen des Maximaldrucks selbsttätig öffnet und so einen unerwünschten Überdruck in der Leckageleitung zuverlässig verhindert. Die Vermeidung eines Überdrucks in der Leckageleitung dient hierbei insbesondere dem Schutz der betreffenden Einspritzservoventile, deren

25 Leckagepfad zur Vermeidung von Beschädigungen keinen allzu großen Druck aufweisen darf (typisch z. B. 3,5 bar).

Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels mit Bezug auf die beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Es stellen dar:

10

Fig. 1 eine schematische Darstellung zur Erläuterung des Toleranzspalts in einem piezobetätigten Ser-  
voeinspritzventil, und

5 Fig. 2 eine schematische Darstellung einer Einspritzan-  
lage, bei welcher eine Mehrzahl von Ser-  
voeinspritzventilen der in Fig. 1 dargestellten  
Art eingesetzt wird.

10 In Fig. 1 ist ein Teil eines Hochdruck-Einspritzservoventils  
für eine Brennkraftmaschine in dessen geschlossenen Zustand  
schematisch dargestellt.

Dieses Hochdruckventil weist einen mit einer nicht darge-  
15 stellten Leckageleitung in Verbindung stehenden Niederdruck-  
bereich L und einen über eine nicht dargestellte Druckleitung  
mit einem Druckspeicher in Verbindung stehenden Hochdruckbe-  
reich H auf. Diese beiden mit unterschiedlichem Druck beauf-  
schlagten Bereiche L, H sind durch ein Steuerventil voneinan-  
20 der getrennt, welches von einem Steuerventilsitz S und einem  
durch den hohen Druck im Hochdruckbereich H gegen den Steuer-  
ventilsitz S getriebenen Steuerventilkörper K gebildet wird.

Der Hochdruckbereich H bildet einen nicht dargestellten Steu-  
25 erraum oder ist mit einem solchen Steuerraum verbunden, in  
welchem der dort herrschende Druck auf das hintere (obere)  
Ende eines axial beweglich gelagerten und geführten Düsenkör-  
pers (Düsennadel) wirkt, um ein vorderes (unteres) Ende die-  
30 ses Düsenkörpers gegen einen Einspritzdüsenventilsitz (nicht  
dargestellt) zu drängen und so zu einem Brennraum der Brenn-  
kraftmaschine führende Einspritzpassagen zu verschließen.  
Wenn gleich das vordere Ende des Düsenkörpers in einem Düsen-  
raum angeordnet ist, der ebenfalls unter hohem Druck steht,

so wird der Düsenkörper im dargestellten Ruhezustand dennoch nach unten zum Verschließen der Einspritzpassagen gedrängt, da die den Düsenkörper nach unten drängende Kraft auf Grund einer relativ groß bemessenen Querschnittsfläche des Düsen-  
5 körpers an dessen oberen Ende größer ist als die am unteren Ende des Düsenkörpers wirkende Kraft. Zur Initiierung eines Einspritzvorganges wird der Druck im Steuerraum bzw. in dem Hochdruckbereich H in der nachfolgend beschriebenen Weise verringert, um eine Bewegung des Düsenkörpers in Richtung ei-  
10 ner Öffnung der Einspritzpassage hervorzurufen.

Die Druckverringerung im Hochdruckbereich H erfolgt durch an-  
gesteuertes Öffnen des durch den Ventilsitz S und den Ventil-  
körper K gebildeten Steuerventils mittels eines piezoelektri-  
15 schen Aktors P, der im Niederdruckbereich L von einem Gehäuse G umgeben ist und zu dessen Ansteuerung mit elektrischen An-  
schlüssen A versehen ist. Durch Anlegen einer Spannung an den Anschlüssen A des Aktors P lässt sich die Aktorlänge in Rich-  
tung des Pfeils VR (Vorzungspolarisierung der piezoelektri-  
20 schen Keramik) verlängern, um über einen Stössel T auf den Ventilkörper K einzuwirken. Zwischen dem Aktor P und dem Stössel T ist hierbei ein Toleranzspalt d vorgesehen, der als Sicherheitsabstand für thermische Längenänderungen der Piezo-  
keramik dient und typischerweise z. B. ein Maß zwischen 3 und  
25 5 µm aufweist. Treten nun am piezoelektrischen Aktor P, z. B. auf Grund von widrigen Umgebungseinflüssen, Längenänderungen auf, die über das Maß dieses Spaltes d hinausgehen, so drückt der Aktor P bereits im Ruhezustand über den Stössel T auf den Ventilkörper K was, letztendlich zu einer Leckage von Kraft-  
30 stoff aus dem Hochdruckbereich H in den Niederdruckbereich L und die daran angeschlossene Leckageleitung führt. Im Betrieb der Brennkraftmaschine bedeutet dieser "Aktorüberstand" eine Öffnungstendenz für das Servoeinspritzventil, selbst wenn

12

dieses nicht aktiv elektrisch über die Anschlüsse A angesteuert wird. Für den Fall eines Heißstarts der Brennkraftmaschine bedeutet dies, dass der Druckaufbau im Druckspeicher nicht oder nicht rasch in einem Ausmaß aufgebaut werden kann, das 5 für den Beginn der Kraftstoffeinspritzung erforderlich ist.

Diese Probleme werden jedoch vermieden durch den nachfolgend mit Bezug auf Fig. 2 beschriebenen Aufbau einer Einspritzanlage, bei welcher insbesondere auf eine Erfassung eines solchen Aktorüberstands hin der hydraulische Druck in dem Niederdruckbereich L zeitweise erhöht wird. 10

Fig. 2 zeigt eine Einspritzanlage 10 für eine Brennkraftmaschine (nicht dargestellt), umfassend einen Druckspeicher 12 zum Speichern von mittels einer Hochdruckpumpe 14 aus einem Kraftstofftank 16 in den Druckspeicher 12 gefördertem Kraftstoff und eine über eine Druckleitungsanordnung 18 mit dem Druckspeicher 12 verbundene Injektoranordnung 20 zum Einspritzen des Kraftstoffs in die Brennkraftmaschine. Bei dem 15 dargestellten Ausführungsbeispiel besteht die Injektoranordnung 20 aus vier Servoeinspritzventilen, die über vier separate Druckleitungen 18 aus dem hierfür gemeinsam vorgesehenen Druckspeicher 12 mit Kraftstoff versorgt werden.

25 Jedes der Servoeinspritzventile ist hierbei von der mit Bezug auf Fig. 1 erläuterten Bauart und weist einen Steuerraum sowie einen Düsenraum auf, die beide über die jeweilige Druckleitung mit Kraftstoff aus dem Druckspeicher 12 versorgt werden, wobei dieser Kraftstoff unter dem von der Hochdruckpumpe 30 14 bereitgestellten, hohen Systemdruck steht. Servoeinspritzventile dieser Art sind dem Fachmann hinlänglich bekannt, so dass hier auf eine weitergehende Erläuterung verzichtet werden kann.

Wie bereits mit Bezug auf Fig. 1 beschrieben, wird ein Einspritzvorgang jeweils initiiert durch Druckverringerung im Steuerraum des jeweiligen Servoeinspritzventils, welches zu 5 diesem Zweck mit einem piezoelektrisch betätigten Steuerventil zum Freisetzen von Kraftstoff aus dem Steuerraum in eine Leckageleitung 22 versehen ist.

In Fig. 2 erkennt man ferner zwei Kraftstofffilter 24 und 26 10 zur Grob- und Feinfilterung des Kraftstoffs, der über eine Vorförderpumpe 28 zu einem Eingang der Hochdruckpumpe 14 gefördert wird, eine Hochdruckleitung 30 zur Förderung des unter Systemdruck gesetzten Kraftstoffs von der Hochdruckpumpe 14 in den Druckspeicher 12, einen Hochdrucksensor 32 zur Messung 15 des Drucks im Druckspeicher 12, eine von der Hochdruckpumpe 14 ausgehende Kraftstoffrückleitung 34 zur Abfuhr von überschüssigem Kraftstoff von der Pumpe 14 zur Leckageleitung 22 und somit weiter zurück in den Kraftstofftank 16, sowie ein elektronisches Motorsteuergerät ECU mit einer Reihe von 20 Eingangsanschlüssen 36 und einer Reihe von Ausgangsanschlüssen 38, mittels welcher in an sich bekannter Weise Betriebsparameter der Brennkraftmaschine und der Einspritzanlage über die Eingangsanschlüsse 36 erfasst und ausgewertet werden und Signale an den Ausgangsanschlüssen 38 erzeugt werden, mit 25 welchen die elektrischen und elektronischen Komponenten des Systems gesteuert werden, z. B. die dargestellten Komponenten 28, 14, 20.

Darüber hinaus steuert das Motorsteuergerät ECU ein im zusammengefassten Verlauf der Leckageleitung 22 angeordnetes Leckagesteuerventil 40, mit welchem abhängig von den erfassten 30 Betriebsparametern und mittels eines geeignet ausgelegten Kennfelds der Kraftstoffrückfluss von den einzelnen Injekto-

14

ren der Injektoranordnung 20 über die Leckageleitung 22 in den Kraftstofftank 16 blockiert werden kann. Das Motorsteuergerät ECU detektiert mit an sich bekannten Methoden durch Auswertung der gemessenen Betriebsparameter einen etwaig auf-  
5 tretenden Aktorüberstand in einem der Injektoren und veran- lasst in diesem Fall ein kurzzeitiges Ansteuern des Leckage- steuerventils 40 für eine kurzzeitige Blockierung des Kraft- stoffrückflusses, z. B. für eine fest vorgegebene Zeitspanne von einigen Sekunden. Damit ist es möglich, sowohl den bei  
10 einem Aktorüberstand tendenziell verzögerten Druckaufbau im Druckspeicher 12 bei einem Heißstart der Brennkraftmaschine zu beschleunigen als auch die Brennkraftmaschine bei einem während des Betriebs auftretenden Aktorüberstand abzufangen und den ordnungsgemäßen Betrieb so aufrechtzuerhalten.

15

## Patentansprüche

## 1. Einspritzanlage für eine Brennkraftmaschine, umfassend

5 - einen Druckspeicher (12) zum Speichern von mittels einer Hochdruckpumpe (14) aus einem Kraftstofftank (16) in den Druckspeicher gefördertem Kraftstoff, und

10 - eine über eine Druckleitungsanordnung (18) mit dem Druckspeicher (12) verbundene Injektoranordnung (20) zum Einspritzen des Kraftstoffs in die Brennkraftmaschine,

15 wobei die Injektoranordnung (20) wenigstens ein Servoeinspritzventil umfasst, in welchem über eine Druckleitung sowohl ein Düsenraum als auch ein Steuerraum mit Kraftstoff aus dem Druckspeicher (12) versorgt wird und in welchem ein Düsenkörper zum Öffnen und Schließen einer vom Düsenraum zu einer Brennkammer führenden Einspritzpassage bewegbar geführt ist und der Düsenkörper an seinem der Einspritzpassage zugewandten Ende dem Druck des Kraftstoffs in der Düsenkammer und an seinem entgegengesetzten Ende dem Druck des Kraftstoffs in der Steuerkammer ausgesetzt ist,

25 wobei das Servoeinspritzventil mit einem Steuerventil zum Freisetzen von Kraftstoff aus dem Steuerraum in eine zum Kraftstofftank (16) führende Leckageleitung (22) versehen ist, welches mittels eines piezoelektrischen Aktors betätigbar ist, um zur Initiierung eines Einspritzvorganges durch Druckverringerung im Steuerraum eine Bewegung des Düsenkörpers in Richtung einer Öffnung der Einspritzpassage hervorzurufen,

16

dadurch gekennzeichnet, dass die Leckageleitung (22) mit einem steuerbaren Ventil (40) versehen ist, welches in einem angesteuerten Zustand den Kraftstofffluss in der Leckageleitung (22) blockiert, wobei das Ventil (40) abhängig von vorbestimmten Betriebsparametern der Brennkraftmaschine und/oder der Einspritzanlage angesteuert wird und erst nach Ablauf einer vorgebaren Zeitspanne wieder in einen Ruhezustand gebracht wird.

10

2. Einspritzanlage nach Anspruch 1, wobei die Injektoranordnung (20) eine Mehrzahl von Servoeinspritzventilen umfasst, welche über die Druckleitungsanordnung (18) mit dem für diese Mehrzahl von Servoeinspritzventilen gemeinsam genutzten Druckspeicher (12) verbunden sind.

15

3. Einspritzanlage nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Injektoranordnung (20) eine Mehrzahl von Servoeinspritzventilen umfasst, deren Leckageleitungen (22) zusammengeführt sind, wobei der zusammengeführte Leckageleitungsteil mit dem steuerbaren Ventil (40) versehen ist.

20

25

4. Einspritzanlage nach Anspruch 1, 2 oder 3, wobei die vorbestimmten Betriebsparameter das Vorliegen oder Nichtvorliegen eines Aktorüberstands am Servoeinspritzventil umfassen.

25

30

5. Einspritzanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei der Ruhezustand des Ventils (40) nach einer Ansteuerung zwangsweise für eine fest vorgegebene weitere Zeitspanne aufrechterhalten wird.

6. Einspritzanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 5, ferner

umfassend eine elektronische Einspritzsteuereinheit (ECU) zum Betreiben der Injektoranordnung (20) und zum Ansteuern des steuerbaren Ventils (40).

5 7. Verfahren zum Betreiben einer Einspritzanlage (10) für eine Brennkraftmaschine, wobei die Einspritzanlage umfasst:

10 - einen Druckspeicher (12) zum Speichern von mittels einer Hochdruckpumpe aus einem Kraftstofftank in den Druckspeicher gefördertem Kraftstoff, und

15 - eine über eine Druckleitungsanordnung (18) mit dem Druckspeicher (12) verbundene Injektoranordnung (20) zum Einspritzen des Kraftstoffs in die Brennkraftmaschine,

20 wobei die Injektoranordnung wenigstens ein Servoeinspritzventil umfasst, in welchem über eine Druckleitung sowohl ein Düsenraum als auch ein Steuerraum mit Kraftstoff aus dem Druckspeicher versorgt wird und in welchem ein Düsenkörper zum Öffnen und Schließen einer vom Düsenraum zu einer Brennkammer führenden Einspritzpassage bewegbar geführt ist und der Düsenkörper an seinem der Einspritzpassage zugewandten Ende dem Druck des Kraftstoffs in der Düsenkammer und an seinem entgegengesetzten Ende dem Druck des Kraftstoffs in der Steuerkammer ausgesetzt wird,

25 30 wobei das Servoeinspritzventil mit einem Steuerventil zum Freisetzen von Kraftstoff aus dem Steuerraum in eine zum Kraftstofftank führende Leckageleitung versehen ist,

wobei das Verfahren den Schritt des Betätigens des Steu-

18

erventils mittels eines piezoelektrischen Aktors umfasst, um zur Initiierung eines Einspritzvorganges durch Druckverringerung im Steuerraum eine Bewegung des Düsenkörpers in Richtung einer Öffnung der Einspritzpassage hervorzurufen,

5

gekennzeichnet durch eine abhängig von vorbestimmten Betriebsparametern der Brennkraftmaschine und/oder der Einspritzanlage vorgesehene Blockierung des Kraftstoffflusses in der Leckageleitung (22), die erst nach Ablauf einer vorgebbaren Zeitspanne wieder aufgehoben wird.

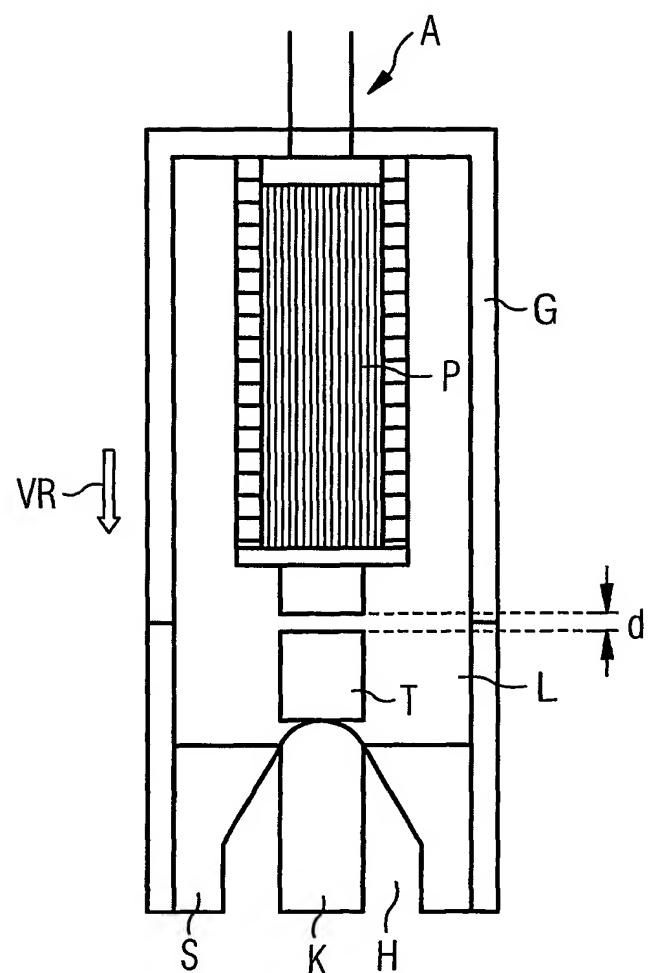
10

8. Verfahren nach Anspruch 7, wobei die vorbestimmten Betriebsparameter das Vorliegen oder Nichtvorliegen eines Aktorüberstands am Servoeinspritzventil umfassen.
- 15 9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, wobei die Aufhebung der Blockierung zwangsweise für eine fest vorgegebene weitere Zeitspanne aufrechterhalten wird.

20

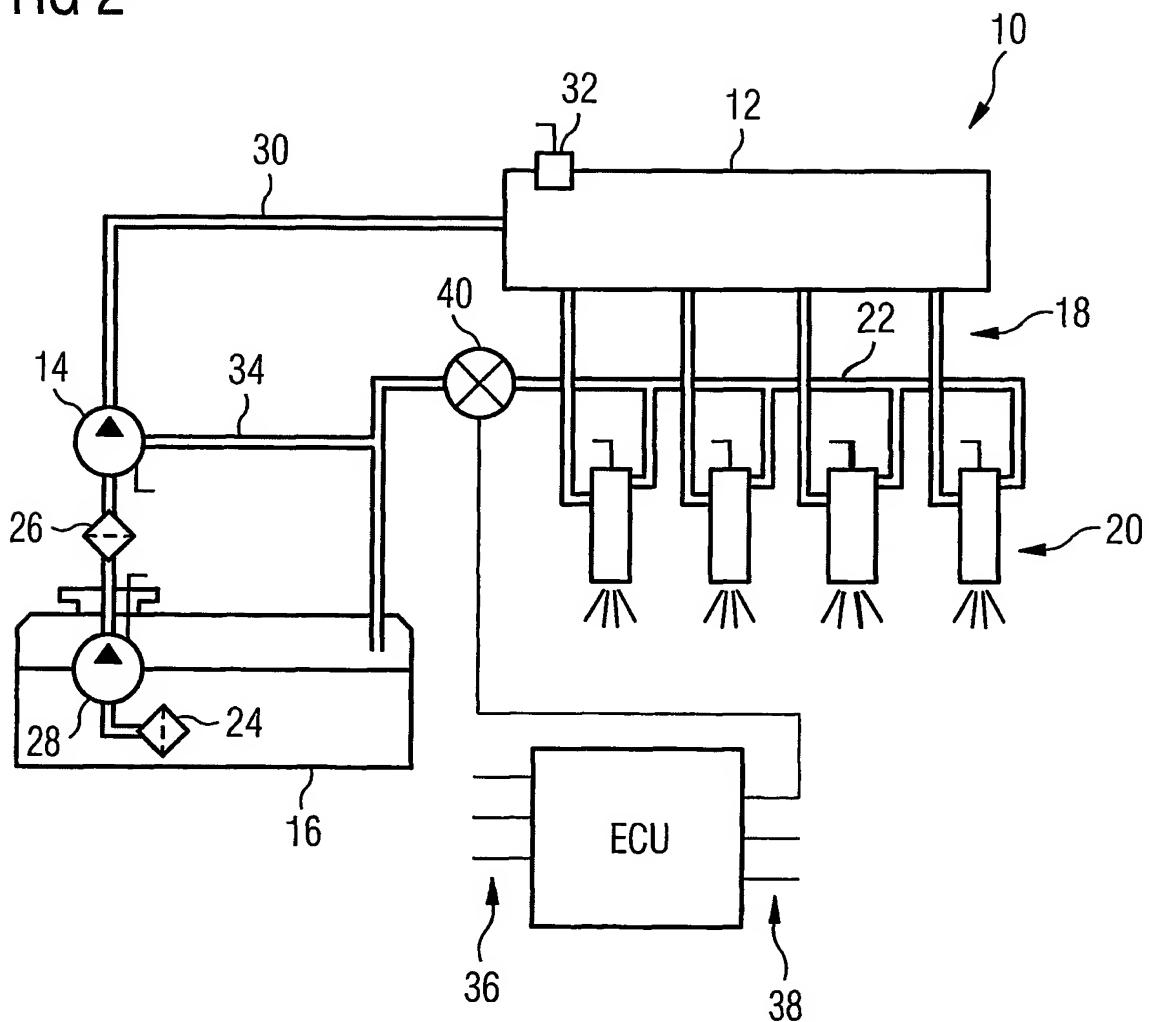
1/2

FIG 1 Stand der Technik



2/2

FIG 2



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP2004/052775

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 F02M55/00 F02M47/02 F02M59/46 F02M63/02 F02M61/16

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F02M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 101 04 634 A1 (ROBERT BOSCH GMBH) 19 September 2002 (2002-09-19) column 3, lines 21-28	1-3,6,7
A	WO 01/12982 A (ROBERT BOSCH GMBH; MAHR, BERND; KROPP, MARTIN; MAGEL, HANS-CHRISTOPH;) 22 February 2001 (2001-02-22) abstract; figure 1	1
A	DE 100 15 740 A1 (SIEMENS AG) 4 October 2001 (2001-10-04) cited in the application abstract; figure 1	1
A	DE 196 49 139 A1 (VOLKSWAGEN AG, 38440 WOLFSBURG, DE) 12 June 1997 (1997-06-12) abstract; figure 1	1,7

 Further documents are listed in the continuation of box C. Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the International filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the International filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the International filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

Date of mailing of the international search report

23 February 2005

02/03/2005

## Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Boye, M

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

## Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/052775

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)		Publication date
DE 10104634	A1	19-09-2002		NONE
WO 0112982	A	22-02-2001	DE 19938169 A1 WO 0112982 A1 EP 1121527 A1 JP 2003507623 T US 6532938 B1	01-03-2001 22-02-2001 08-08-2001 25-02-2003 18-03-2003
DE 10015740	A1	04-10-2001	NONE	
DE 19649139	A1	12-06-1997	NONE	

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/052775

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
 IPK 7 F02M55/00 F02M47/02 F02M59/46 F02M63/02 F02M61/16

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 F02M

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGE N

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 101 04 634 A1 (ROBERT BOSCH GMBH) 19. September 2002 (2002-09-19) Spalte 3, Zeilen 21-28	1-3,6,7
A	WO 01/12982 A (ROBERT BOSCH GMBH; MAHR, BERND; KROPP, MARTIN; MAGEL, HANS-CHRISTOPH;) 22. Februar 2001 (2001-02-22) Zusammenfassung; Abbildung 1	1
A	DE 100 15 740 A1 (SIEMENS AG) 4. Oktober 2001 (2001-10-04) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung; Abbildung 1	1
A	DE 196 49 139 A1 (VOLKSWAGEN AG, 38440 WOLFSBURG, DE) 12. Juni 1997 (1997-06-12) Zusammenfassung; Abbildung 1	1,7

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

- \* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- \*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- \*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- \*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- \*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- \*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

- \*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- \*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- \*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nahelegend ist
- \*&\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche

Absendedatum des Internationalen Recherchenberichts

23. Februar 2005

02/03/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL-2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Boye, M

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/052775

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 10104634	A1	19-09-2002		KEINE		
WO 0112982	A	22-02-2001	DE	19938169 A1	01-03-2001	
			WO	0112982 A1	22-02-2001	
			EP	1121527 A1	08-08-2001	
			JP	2003507623 T	25-02-2003	
			US	6532938 B1	18-03-2003	
DE 10015740	A1	04-10-2001		KEINE		
DE 19649139	A1	12-06-1997		KEINE		